

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-133742

(43)公開日 平成7年(1995)5月23日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 02 D 45/00	3 6 6 Z			
	3 6 8 S			
F 01 L 13/00	3 0 1 U			
F 02 B 77/08	F			
	A			

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 12 頁) 最終頁に続く

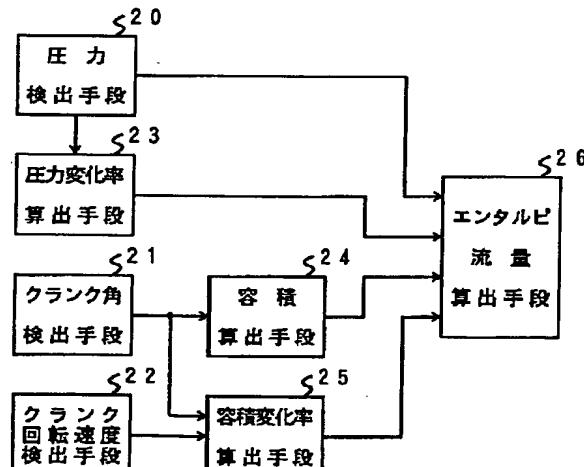
(21)出願番号	特願平5-278669	(71)出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22)出願日	平成5年(1993)11月8日	(72)発明者	木村 聰 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 後藤 攻喜 (外1名)

(54)【発明の名称】 内燃機関の計測装置および制御装置

(57)【要約】

【目的】 機関の最適制御を得るためにエンタルピ流量を計測する。

【構成】 シリンダ内の圧力を検出する手段20と、クランク角を検出する手段21と、クランク回転速度を検出する手段22と、シリンダ内の圧力の変化率を算出する手段23と、クランク角からシリンダ内の容積を算出する手段24と、クランク角とクランク回転速度からシリンダ内の容積の変化率を算出する手段25と、シリンダ内の圧力の変化率と容積との積および圧力と容積の変化率との積に基づいて、エンタルピ流量を算出する手段26とを設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリンダ内の圧力を検出する手段と、クランク角を検出する手段と、クランク回転速度を検出する手段と、シリンダ内の圧力の変化率を算出する手段と、クランク角からシリンダ内の容積を算出する手段と、クランク角とクランク回転速度からシリンダ内の容積の変化率を算出する手段と、シリンダ内の圧力の変化率と容積との積および圧力と容積の変化率との積に基づいて、エンタルビ流量を算出する手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の計測装置。

【請求項2】 請求項1の内燃機関の計測装置において、吸気ガス温度を検出する手段と、吸気ガス温度とエンタルビ流量との比に基づいて、吸気行程における質量流量を算出する手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の計測装置。

【請求項3】 請求項2の内燃機関の計測装置と、吸気行程における質量流量を基に燃料噴射装置の過渡運転時の燃料噴射量を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項4】 請求項2の内燃機関の計測装置と、吸気バルブタイミングを変える可変機構と、吸気行程における質量流量を基に吸気バルブの閉じタイミングを制御する制御手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項5】 請求項1の内燃機関の計測装置と、排気バルブタイミングを変える可変機構と、排気行程におけるエンタルビ流量を基に排気バルブの開きタイミングを制御する制御手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項6】 請求項1の内燃機関の計測装置と、吸気バルブタイミング、排気バルブタイミングを変える可変機構と、吸気行程、排気行程におけるエンタルビ流量を基に吸気バルブの開きタイミング、排気バルブの閉じタイミングを制御する制御手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項7】 請求項1の内燃機関の計測装置と、排気バルブタイミングを変える可変機構と、排気音を検出する手段と、排気バリ音が生じた場合に排気行程におけるエンタルビ流量を基に排気バルブの開きパターンを制御する制御手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項8】 請求項1の内燃機関の計測装置と、吸気行程におけるエンタルビ流量を基に吸気管の燃料噴射装置の設置位置における吸気の流速を推定する手段と、この推定値を基に燃料の噴射タイミングを制御する制御手段とを設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、内燃機関の計測装置および制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関の吸入空気流量は図24～図26のように計測している。

【0003】図24では、エアクリーナ1とコレクタ2とを結ぶ吸気ダクト3に設けたエアフローメータ4によって吸入空気流量を計測する。

【0004】図25では、エアフローメータ4に加えて、インテークマニホールド5内に設けた圧力センサ6によって吸入負圧を計測し、吸入空気流量を予測する。

10 【0005】図26では、エアフローメータ4に加えて、エキゾーストマニホールド7内に設けたO<sub>2</sub>センサ8によって空燃比を計測し、その空燃比と燃料消費量とから吸入空気流量を求めるものである（特公昭61-4981号公報等参照）。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図24のものは、エアフローメータ4とシリンダ9との間に大きな容積（コレクタ2等）が介在するため、過渡応答時は図27のように計測される流量と実際にシリンダ9に流入する空気量が異なることになる。

20 【0007】図25のものは、吸気脈動等による影響を受け、またパラメトリックな実験結果とそれを記憶するメモリを必要とする。

【0008】図26のものは、空燃比の計測後になるので、必ずタイムラグを生じる。

【0009】また、これらに共通して、計測されるのは全気筒分の値であり、かつ時間平均値であり、吸、排気の出入入パターンは解らない。

30 【0010】したがって、これらの計測値を基に燃料噴射装置の燃料噴射量を的確に制御するのは難しく、一方吸気バルブ、排気バルブのバルブタイミングを変える可変機構を設けた内燃機関にあって、吸、排気の出入入パターンに合った適正なバルブタイミングを得るのは困難である。

【0011】この発明は、吸、排気行程における時々刻々のエンタルビ流量、質量流量を求め、このような問題点を解決した計測装置、制御装置を提供することを目的としている。

## 【0012】

40 【課題を解決するための手段】請求項1の発明の計測装置は、図1に示すようにシリンダ内の圧力を検出する手段20と、クランク角を検出する手段21と、クランク回転速度を検出する手段22と、シリンダ内の圧力の変化率を算出する手段23と、クランク角からシリンダ内の容積を算出する手段24と、クランク角とクランク回転速度からシリンダ内の容積の変化率を算出する手段25と、シリンダ内の圧力の変化率と容積との積および圧力と容積の変化率との積に基づいて、エンタルビ流量を算出する手段26とを設ける。

【0013】請求項2の発明の計測装置は、図2に示す

ように請求項1の発明の計測装置において、吸気ガス温度を検出する手段27と、吸気ガス温度とエンタルピ流量との比に基づいて、吸気行程における質量流量を算出する手段28とを設ける。

【0014】請求項3の発明の制御装置は、請求項2の発明の計測装置と、吸気行程における質量流量を基に燃料噴射装置の過渡運転時の燃料噴射量を制御する制御手段とを設ける。

【0015】請求項4の発明の制御装置は、請求項2の発明の計測装置と、吸気バルブタイミングを変える可変機構と、吸気行程における質量流量を基に吸気バルブの閉じタイミングを制御する制御手段とを設ける。

【0016】請求項5の発明の制御装置は、請求項1の発明の計測装置と、排気バルブタイミングを変える可変機構と、排気行程におけるエンタルピ流量を基に排気バルブの開きタイミングを制御する制御手段とを設ける。

【0017】請求項6の発明の制御装置は、請求項1の発明の計測装置と、吸気バルブタイミング、排気バルブタイミングを変える可変機構と、吸気行程、排気行程に\*

$$q + q + H_s = \frac{V}{\gamma - 1} \left( \frac{dp}{dt} + p \frac{\gamma}{V} \cdot \frac{dV}{dt} \right) \dots (1)$$

【0022】ただし、 $H_s$ ：エンタルピ流量  $q$ ：壁面伝熱

$Q$ ：発熱割合  $\gamma$ ：シリンダ内ガスの比熱比  
 $p$ ：シリンダ内圧力  $dp/dt$ ：シリンダ内圧力の変化率  
 $V$ ：シリンダ内容積  $dV/dt$ ：シリンダ内容積の変化率

$$H_s = \frac{V}{\gamma - 1} \cdot \frac{dp}{dt} + \frac{p \gamma}{\gamma - 1} \cdot \frac{dV}{dt} \dots (2)$$

【0024】一方、シリンダ内容積 $V$ は、数式3、数式4により求める。

$$V = V_a + A \cdot [(r + L) - (r \cdot \cos \theta + L \cdot \cos \beta)] \dots (3)$$

【0026】

【数4】

$$a = \cos \{ \sin^{-1} \left( \frac{r}{L} \sin \theta \right) \} \dots (4)$$

【0027】これは、図3のようにピストン上死点からの距離 $X = (r + L) - (r \cdot \cos \theta + L \cdot \cos \beta)$ 、 $L \cdot \sin \beta = r \cdot \sin \theta$ より導く。

【0028】ただし、 $V_a$ ：燃焼室の容積  $A$ ：ボア面積

\* におけるエンタルピ流量を基に吸気バルブの開きタイミング、排気バルブの閉じタイミングを制御する制御手段とを設ける。

【0018】請求項7の発明の制御装置は、請求項1の発明の計測装置と、排気バルブタイミングを変える可変機構と、排気音を検出する手段と、排気バリ音が生じた場合に排気行程におけるエンタルピ流量を基に排気バルブの開きパターンを制御する制御手段とを設ける。

【0019】請求項8の発明の制御装置は、請求項1の発明の計測装置と、吸気行程におけるエンタルピ流量を基に吸気管の燃料噴射装置の設置位置における吸気の流速を推定する手段と、この推定値を基に燃料の噴射タイミングを制御する制御手段とを設ける。

【0020】

【作用】シリンダ内のエネルギー方程式は、数式1のようになる。

【0021】

【数1】

※ここで、シリンダ内ガスの比熱比 $\gamma$ は、吸、排気行程それぞれにつき一定値を与えれば実用上十分である。また、吸、排気行程においては、発熱割合 $Q = 0$ であり、エンタルピ流量 $H_s > >$ 壁面伝熱 $q$ であるから、数式1は実用上数式2のようにできる。

【0023】

【数2】

★【0025】

★【数3】

$\theta$ ：クランク角  $L$ ：コンロッド長さ  
 $r$ ：(ピストンストローク) / 2

40 または、予めシリンダ内容積 $V$ を、数式3、数式4に基づいていくつかのクランク角について計算しておき、検出したクランク角 $\theta$ から補間にて求める。

【0029】シリンダ内容積の変化率 $dV/dt$ は、数式5により求める。

【0030】

【数5】

$$\frac{dV}{dt} = -r\omega (\sin\theta + \cos\theta \cdot \frac{\frac{r}{L} \sin\theta}{a})$$

----- (5)

【0031】ただし、 $\omega$ ：クランク回転速度  
または、予め数式5のクランク角に関する項をいくつかのクランク角について計算しておき、検出したクランク角 $\theta$ から補間にて求めた値に検出したクランク回転速度 $\omega$ との積を取ることで求める。

【0032】請求項1の発明では、数式2にて、シリンダ内の圧力 $p$ 、圧力の変化率 $dp/dt$ および容積 $V$ 、容積の変化率 $dV/dt$ に基づいて、エンタルビ流量 $H_s$ を求める。

【0033】このエンタルビ流量 $H_s$ から吸気状態、排気状態が解る。

【0034】請求項2の発明では、数式2にて求めたエンタルビ流量 $H_s$ および吸気ガス温度 $T$ から、数式6によって吸気の質量流量 $m$ を求める。

【0035】

【数6】

$$m = \frac{H_s}{C_p T} \quad \dots \quad (6)$$

【0036】ただし、 $C_p$ ：空気の定圧比熱

この質量流量 $m$ により正確な吸入空気量が求まる。

【0037】請求項3の発明では、質量流量 $m$ を基に燃料噴射装置の過渡運転時の燃料噴射量を制御することで、適正な噴射量を得ることができる。

【0038】請求項4の発明では、吸気バルブタイミングを変える可変機構を設けた内燃機関にあって、質量流量 $m$ を基に吸気バルブの閉じタイミングを制御することで、吸気の吹き返しを防止しつつ、吸気を十分に吸入させることができる。

【0039】請求項5の発明では、排気バルブタイミングを変える可変機構を設けた内燃機関にあって、排気行程におけるエンタルビ流量 $H_s$ を基に排気バルブの開きタイミングを制御することで、ブローダウンを適正設定することが可能になる。

【0040】請求項6の発明では、吸気バルブタイミング、排気バルブタイミングを変える可変機構を設けた内燃機関にあって、吸気行程、排気行程におけるエンタルビ流量 $H_s$ を基に吸気バルブの開きタイミング、排気バルブの閉じタイミングを制御することで、残留ガス等をコントロール可能になる。

【0041】請求項7の発明では、排気バルブタイミングを変える可変機構を設けた内燃機関にあって、排気音を検出して、排気バリ音が生じた場合に排気行程におけるエンタルビ流量 $H_s$ を基に排気バルブの開きパターンを制御つまり緩やかにブローダウンするように制御することで、排気音を抑えることが可能になる。

【0042】請求項8の発明では、吸気行程におけるエ

ンタルビ流量 $H_s$ を基に吸気管の燃料噴射装置の設置位置における吸気の流速を求めてことで、吸気の流速に合った適正なタイミングで燃料を噴射でき、良好な混合気を生成できる。

【0043】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0044】図4において、40はエンジン本体（4気筒）、41～44は#1～#4シリンダ、45はエアクーリーナ、46は吸気ダクト、47はコレクタ、48はインテークマニホールドである。

【0045】それぞれシリンダ41～44の吸気ポートには、図示しないが燃料噴射インジェクタが設置される。

【0046】#1シリンダ41には、シリンダ内の圧力を検出する筒内圧力センサ50が設けられる。エンジンクランク軸には、クランク角およびクランク角からクランク回転速度を検出するクランク角センサ51が設けられる。コレクタ47には、吸気ガス温度を検出する吸気ガス温度センサ52が設けられる。

【0047】筒内圧力センサ50、クランク角センサ51、吸気ガス温度センサ52からの信号は演算回路53に入力される。

【0048】これらの信号を基に演算回路53によって、#1シリンダ41の吸、排気行程におけるエンタルビ流量 $H_s$ 、吸気行程における質量流量 $m$ が演算される。

【0049】一方、演算回路53により演算された質量流量 $m$ を基に、燃料噴射制御装置54によって燃料噴射インジェクタからの燃料噴射量が制御される。

【0050】この演算回路53によるエンタルビ流量 $H_s$ 、質量流量 $m$ の演算は、前述の数式2～6およびアルゴリズムを用いて行われる。

【0051】即ち、数式3～5にてシリンダ内の圧力の変化率、容積、容積の変化率が算出されると共に、数式40にてエンタルビ流量 $H_s$ が演算される。

【0052】このように演算されたエンタルビ流量 $H_s$ は、図5のようにシミュレーションデータと同じように適正な値が得られる。

【0053】この吸気行程のエンタルビ流量 $H_s$ のパターンから吸気パターンが、排気行程のエンタルビ流量 $H_s$ のパターンから排気パターンが把握される。

【0054】また、数式6にて吸気行程のエンタルビ流量 $H_s$ と吸気ガス温度によって、吸気の質量流量 $m$ が算出される。

【0055】この質量流量 $m$ の積算（吸気バルブの開期

間)によって、吸入空気量が精度良く得られる。

【0056】これらのエンタルビ流量 $H_s$ 、質量流量 $m$ 、吸入空気量は#1シリンダ41のもので、吸入空気量は#1シリンダ41の吸気行程の終了時に求まるものである。したがって、その吸入空気量から図6のように、#2～#4シリンダ42～44の吸入空気量および次サイクルの#1シリンダ41の吸入空気量を予測することになる。

【0057】一方、燃料噴射インジェクタからの燃料噴射量制御は、図7のようにS1にてエンジンの運転状態によって目標空燃比(A/F)を設定すると共に、S2にて#1シリンダ41の吸入空気量を算出すると、その吸入空気量と目標空燃比に基づいて、S3にてそのサイクルの#3、#4、#2シリンダ43、44、42の燃料噴射量ならびに次サイクルの#1シリンダ41の燃料噴射量を決定する。

【0058】これをS4にて燃料噴射制御装置54に送って、各燃料噴射インジェクタを順に駆動し、要求量の燃料を噴射する。

【0059】質量流量 $m$ を基に吸入空気量を算出し、この吸入空気量を基に燃料噴射量を制御するため、過渡運転時にあっても燃料噴射量が的確に制御される。

【0060】なお、筒内圧力センサ50を複数のシリンダあるいはすべてのシリンダに設け、複数のシリンダあるいはすべてのシリンダのエンタルビ流量、質量流量、吸入空気量を求めるようにしても良い。

【0061】図8～図10は吸気バルブ、排気バルブのバルブタイミングを変える可変機構を設けたエンジンの吸気バルブの閉時期制御の実施例を示す。

【0062】41～44は#1～#4シリンダ、50は筒内圧力センサ、51はクランク角センサ、53は演算回路、60はバルブタイミング制御装置である。前記実施例と同一のものには同符号を付してある。吸気ガス温度センサ、燃料噴射系は図示していない。

【0063】バルブタイミング可変機構61を図11に示す。これは、カムシャフト62のカム63と、シリンダヘッド64に摺動自由に嵌合されたリフタ65と、リフタ65に連結されたカム側ピストン66と、カム側ピストン66に油圧を介して連動するバルブ側ピストン67とがバルブ68の延長上に直列に配置される。

【0064】カム側ピストン66とバルブ側ピストン67の間に画成される油圧室69には、図示しないオイルポンプからの作動油がチェック弁70、71を介して導かれ、カム63の回転に伴ってリフタ65を介しカム側ピストン66が押し下げられると、油圧を介してバルブ側ピストン67が押し下げられ、バルブ68が開弁される。

【0065】油圧室69の油圧をアキュームレータ72に逃がす電磁バルブ73が設けられ、電磁バルブ73の閉時期によってバルブ68の開きタイミングが、電磁バ

ルブ73の開時期によってバルブ68の閉じタイミングが選定される。

【0066】この電磁バルブ73の閉時期、開時期はバルブタイミング制御装置60によって制御されると共に、吸気バルブの場合、エンジンの低回転側で遅い時期に所定期間、高回転側で早い時期に所定期間、開弁するように制御される。

【0067】この一方、演算回路53によって所定のクランク角毎に演算された質量流量 $m$ を基に、バルブタイミング制御装置60によって各運転状態における吸気バルブの閉弁時期を修正するように制御される。

【0068】なお、バルブタイミング可変機構61は図11のものに限定されない。

【0069】吸気バルブの閉弁時期の制御は、全開運転時には、図9のように、まずS11にて運転状態に基づく吸気バルブの閉じタイミングに設定する。

【0070】次に、S12、S13にてその閉じタイミングで吸気を行ったときの質量流量 $m$ のパターンを判定し、質量流量 $m$ のパターンから吸気行程終わりに吸気の吹き返しがあるかどうかを見る。

【0071】吹き返しがないときは、S14にて吸気バルブの閉じタイミングを所定量遅らせ、吹き返しが設定値以上あるときは、S16にて吸気バルブの閉じタイミングを所定量早める。このタイミングによる次のサイクルにおける吸気の質量流量を計測し、再びS12にて吸気の吹き返しの状態を見る。

【0072】吹き返しが設定値以下になると、全開運転時の閉弁時期制御を終了する。

【0073】図10の質量流量 $m$ のパターンから解るように、全開運転時に吸気バルブの閉じタイミングが早すぎると、シリンダが空気を吸い足りない状態になり、吸気バルブの閉じタイミングが遅すぎると、シリンダにいったん吸入された空気がインテークマニホールド48に吹き返してしまうが、このように吹き返しが発生する直前まで吸気バルブの閉じタイミングを遅らせば、吸気効率が高くなり、全開トルクが向上する。

【0074】また、部分負荷時には、質量流量 $m$ のパターンを基に、所定の吸入空気量を得るタイミングで吸気バルブを閉じれば良い。

【0075】図12～図14は吸気バルブ、排気バルブのバルブタイミングを変える可変機構を設けたエンジンの排気バルブの開時期制御の実施例を示す。

【0076】41～44は#1～#4シリンダ、50は筒内圧力センサ、51はクランク角センサ、53は演算回路、75はバルブタイミング制御装置である。前記実施例と同一のものには同符号を付してある。吸気ガス温度センサ、燃料噴射系は図示していない。

【0077】バルブタイミング可変機構(図11参照)はバルブタイミング制御装置75によって制御されると共に、排気バルブの場合、エンジンの低回転側で遅い時

期に所定期間、高回転側で早い時期に所定期間、開弁するように制御される。

【0078】この一方、演算回路53によって演算されたエンタルビ流量H<sub>v</sub>を基に、バルブタイミング制御装置75によって各運転状態における排気バルブの開弁時期を修正するように制御される。

【0079】排気バルブの開弁時期の制御は、全回転域に、図13のように、まずS21にて運転状態に基づく排気バルブの開きタイミングに設定する。

【0080】次に、S22、S23にてその開きタイミングで排気を行ったときのエンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンを判定し、図14のようにエンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンから排気プローダウンのピークがピストン下死点(BDC)にあるかどうかを見る。

【0081】排気プローダウンのピークがBDCより後にあるときは、S24にて排気バルブの開きタイミングを所定量早め、排気プローダウンのピークがBDCより前にあるときは、S25にて排気バルブの開きタイミングを所定量遅らせる。

【0082】排気プローダウンのピークがBDCになると、開弁時期制御を終了する。

【0083】排気プローダウンのピークがBDCより前にあれば、排気損失やシリンドラ間の排気干渉が増大し、BDCより後だと、ポンピングロスが増大するが、このように排気プローダウンのピークをBDCに一致させるように排気バルブの開きタイミングを制御することで、全回転域でトルクが向上する。また、特に中低速域で排気音を低減できる。

【0084】図15～図17は吸気バルブ、排気バルブのバルブタイミングを変える可変機構を設けたエンジンの吸気バルブの開時期制御、排気バルブの閉時期制御の実施例を示す。

【0085】41～44は#1～#4シリンドラ、50は筒内圧力センサ、51はクランク角センサ、53は演算回路、77はバルブタイミング制御装置である。前記実施例と同一のものには同符号を付してある。吸気ガス温度センサ、燃料噴射系は図示していない。

【0086】バルブタイミング可変機構(図11参照)はバルブタイミング制御装置77によって制御されると共に、吸気バルブ、排気バルブエンジンの低回転側で遅い時期に所定期間、高回転側で早い時期に所定期間、開弁するように制御される。

【0087】この一方、演算回路53によって演算されたエンタルビ流量H<sub>v</sub>を基に、バルブタイミング制御装置77によって各運転状態における吸気バルブの開弁時期、排気バルブの閉弁時期を修正するように制御される。

【0088】吸気バルブの開弁時期の制御は、図16のように、まずS31にて運転状態に基づく吸気バルブの開きタイミングに設定する。

【0089】次に、S32、S33にてその開きタイミングで吸気を行ったときのエンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンを判定し、図14のように吸気行程半ばのエンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンに落ち込みがあるかどうかを見る。

【0090】エンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンに落ち込みがなければ、S34にて吸気バルブの開きタイミングを所定量早め、落ち込みがあるときは、S36にて吸気バルブの開きタイミングを所定量遅らせる。

【0091】落ち込みが設定値以下になると、開弁時期制御を終了する。

【0092】吸気行程半ばのエンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンに落ち込みがある場合、吸気行程始めに吸気系に吹き返しが生じている。したがって、この場合吸気バルブの開きタイミングを遅らせることで、残留ガスの低減、体積効率の向上が図れ、また吸気音を低減できる。

【0093】排気エミッションの低減を目的とする場合は、逆になるが、残留ガスを増やすように、吹き返しが生じるまで吸気バルブの開きタイミングを早めることが可能である。

【0094】一方、残留ガスは排気バルブの閉じタイミングに関係するが、排気バルブと吸気バルブのバルブオーバラップがない状態にあっては、排気時のエンタルビ流量と吸気時のエンタルビ流量を区別できるため、これらのパターンを基に排気バルブの閉じを早めて残留ガスを増やし、同時に吸気バルブの開きを遅らせて残留ガスが吸気系に吹き返さないようなタイミングに制御することができる。

【0095】このようにすれば、吸気音の悪化を伴うことなく、排気エミッションの低減が図れる。

【0096】図18～図20は吸気バルブ、排気バルブのバルブタイミングを変える可変機構を設けたエンジンの排気バルブの開きパターン制御の実施例を示す。

【0097】41～44は#1～#4シリンドラ、50は筒内圧力センサ、51はクランク角センサ、53は演算回路、79はバルブタイミング制御装置である。排気系には排気音を検出する排気音センサ80が設けられる。前記実施例と同一のものには同符号を付してある。吸気ガス温度センサ、燃料噴射系は図示していない。

【0098】バルブタイミング可変機構(図11参照)40はバルブタイミング制御装置79によって制御されると共に、排気バルブの場合、エンジンの低回転側で遅い時期に所定期間、高回転側で早い時期に所定期間、開弁するように制御される。

【0099】この一方、排気音センサ80からの信号および演算回路53によって演算されたエンタルビ流量H<sub>v</sub>を基に、バルブタイミング制御装置79によって排気バルブの開きパターンを修正するように制御される。

【0100】排気バルブの開きパターンの制御は、図19のように、まずS41にて通常の排気バルブの開きパターンに設定する。

【0101】次に、S42、S43にて排気音センサ80からのデータを判定し、排気音のバリ音があるかどうかを見る。

【0102】排気バリ音がなければ、S44にて排気バルブの開きパターンを通常の急勾配のままに設定し、排気バリ音があるときは、S46にて図20のようにエンタルビ流量H<sub>v</sub>のパターンを基に、排気プローダウンのピークを下げるよう排気バルブの開きパターンを緩勾配に設定する。

【0103】排気バリ音が設定値以下になると、開きパターン制御を終了する。

【0104】排気バルブの開きパターンの緩勾配の設定は、バルブタイミング可変機構の電磁バルブの閉時期を早め、かつ電磁バルブ等から油圧室の油圧をわずかにリーカーさせること等によって行う。

【0105】このように排気プローダウンのピークを下げることで、バリ音を抑制できる。

【0106】図21～図23は燃料インジェクタ（図示していない）の燃料噴射時期制御の実施例を示す。

【0107】41～44は#1～#4シリンダ、50は筒内圧力センサ、51はクランク角センサ、53は演算回路、54は燃料噴射制御装置である。前記実施例と同一のものには同符号を付してある。吸気ガス温度センサは図示していない。

【0108】燃料噴射制御装置54によって、燃料インジェクタからの燃料噴射量が、演算回路53により演算された吸入空気量と目標空燃比に基づいて制御され（図7）、この一方燃料インジェクタの燃料噴射タイミングは、同じく演算回路53により演算されたエンタルビ流量H<sub>v</sub>を基に制御される。

【0109】この燃料噴射タイミングの制御は、図22のように、まずS51にて運転状態に基づく通常の燃料噴射タイミングに設定する。

【0110】次に、S52、S53にて吸気行程におけるエンタルビ流量H<sub>v</sub>から燃料インジェクタの設置位置（シリンダ41～44の吸気ポート）の吸気の流速を推定する。

【0111】エンタルビ流量H<sub>v</sub>から図23のように燃料インジェクタ位置の吸気の流速を推定できると共に、吸気の逆流がなければ、燃料噴射タイミングを通常のままにする。

【0112】この場合、吸気の逆流が設定値以上のときは、S55にて逆流時を避けた燃料噴射タイミングに設定つまり吸気行程初期よりタイミングを遅らす。なお、燃料を緩やかに噴射させて、噴射のピークを外すようにしても良い。

【0113】このような噴射タイミングにすれば、良好な混合気を得ることができる。

【0114】

【発明の効果】以上のように請求項1、2の発明によれ

ば、吸、排気行程における時々刻々のエンタルビ流量、質量流量を精度良く求めることができる。

【0115】請求項3～8の発明によれば、請求項1、2の発明のエンタルビ流量、質量流量を基に、燃料噴射量、燃料噴射タイミングを最適に設定したり、吸、排気バルブタイミングの可変機構を設けた内燃機関にあって、あらゆる運転状態において吸、排気バルブタイミングを最適に設定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の構成図である。

【図2】発明の構成図である。

【図3】シリンダ内容積の算出の説明図である。

【図4】実施例の構成図である。

【図5】エンタルビ流量のデータ特性図である。

【図6】吸入空気量の制御特性図である。

【図7】燃料噴射量制御のフローチャートである。

【図8】他の実施例の構成図である。

【図9】バルブタイミング制御のフローチャートである。

【図10】制御特性図である。

【図11】バルブタイミング可変機構の構成図である。

【図12】他の実施例の構成図である。

【図13】バルブタイミング制御のフローチャートである。

【図14】制御特性図である。

【図15】他の実施例の構成図である。

【図16】バルブタイミング制御のフローチャートである。

【図17】制御特性図である。

【図18】他の実施例の構成図である。

【図19】バルブタイミング制御のフローチャートである。

【図20】制御特性図である。

【図21】他の実施例の構成図である。

【図22】バルブタイミング制御のフローチャートである。

【図23】制御特性図である。

【図24】従来の計測装置の構成図である。

【図25】従来の計測装置の構成図である。

【図26】従来の計測装置の構成図である。

【図27】従来の計測特性図である。

【符号の説明】

40 エンジン本体

41～44 シリンダ

47 コレクタ

48 インテークマニホールド

50 筒内圧力センサ

51 クランク角センサ

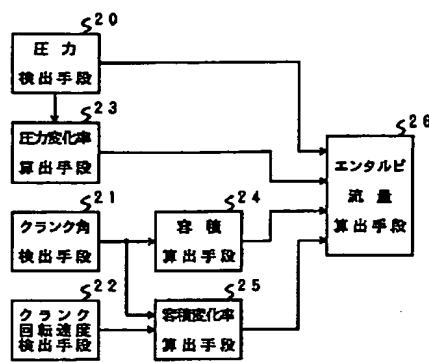
52 吸気ガス温度センサ

53 演算回路

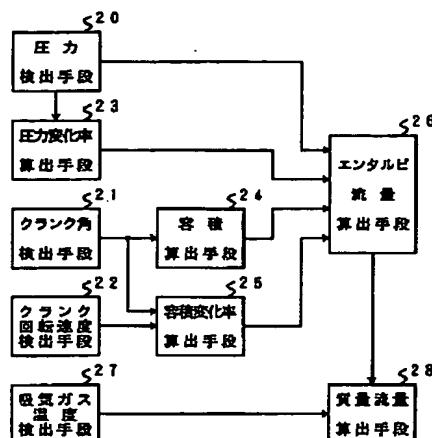
54 燃料噴射制御装置  
60 バルブタイミング制御装置  
61 バルブタイミング可変機構

\* 73 電磁バルブ  
75, 77, 79 バルブタイミング制御装置  
\* 80 排気音センサ

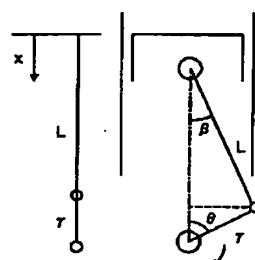
【図1】



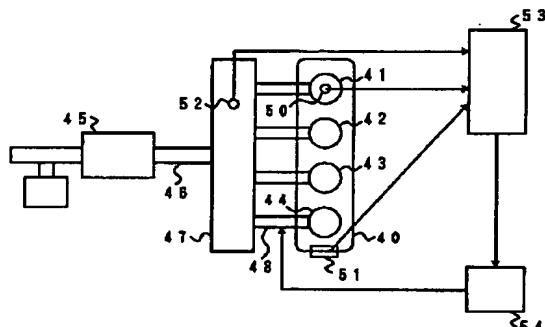
【図2】



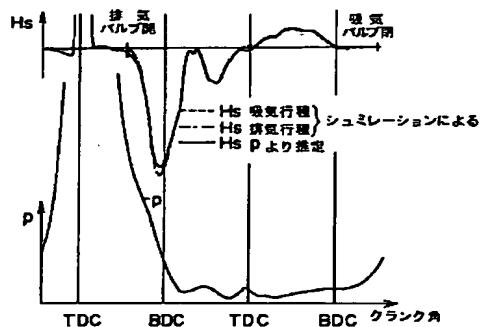
【図3】



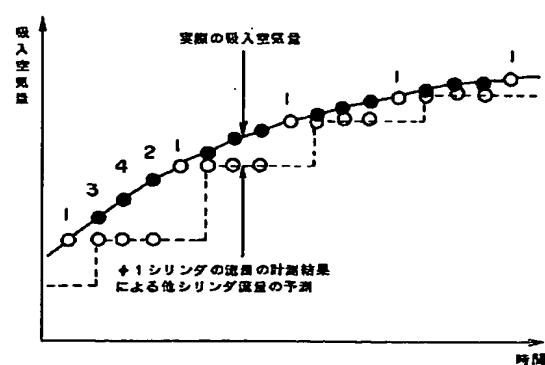
【図4】



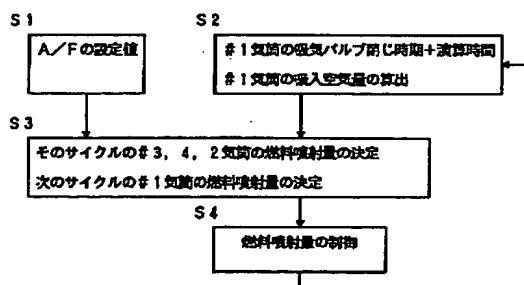
【図5】



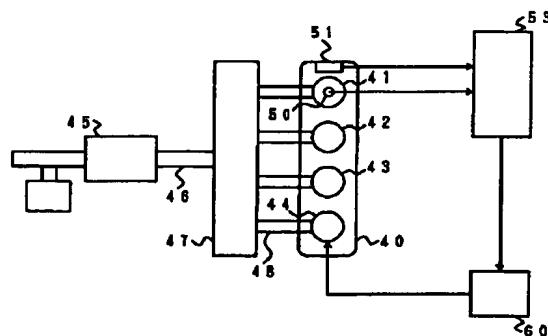
【図6】



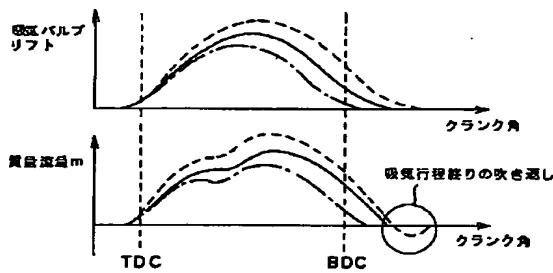
【図7】



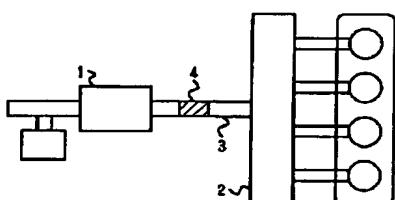
[図8]



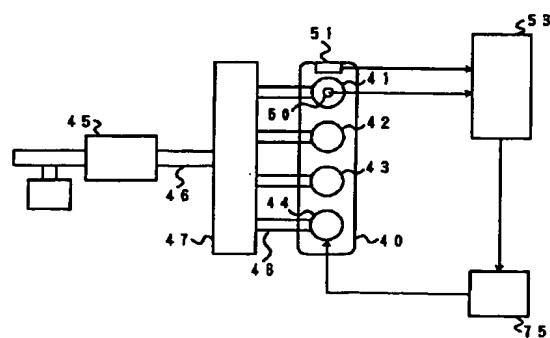
[図10]



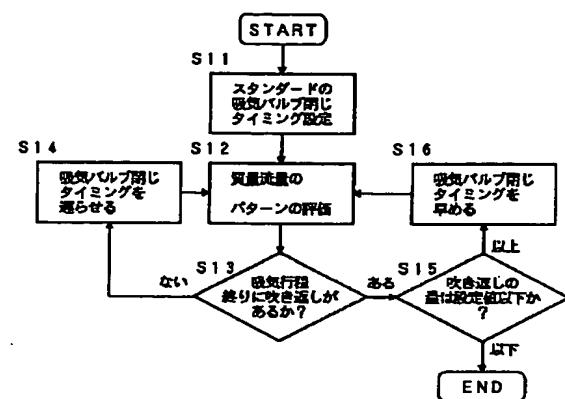
[図24]



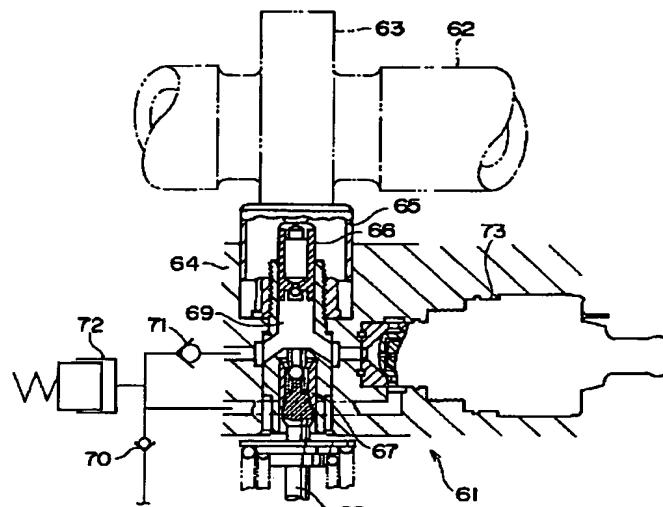
〔図12〕



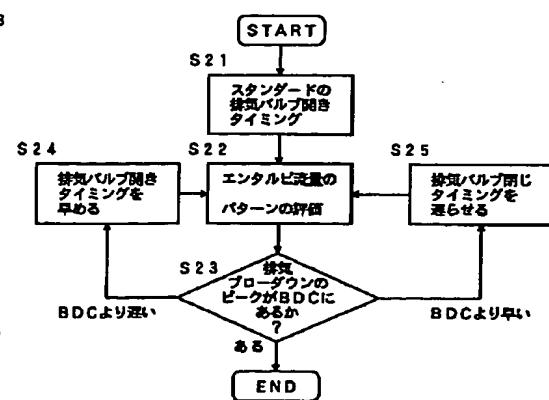
〔四九〕



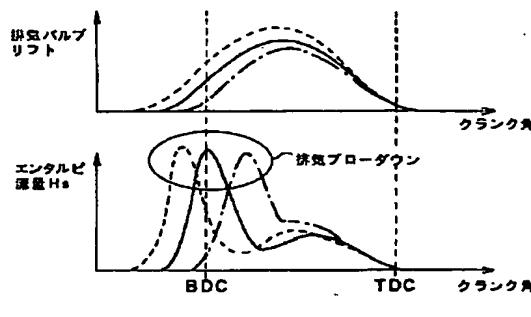
[図11]



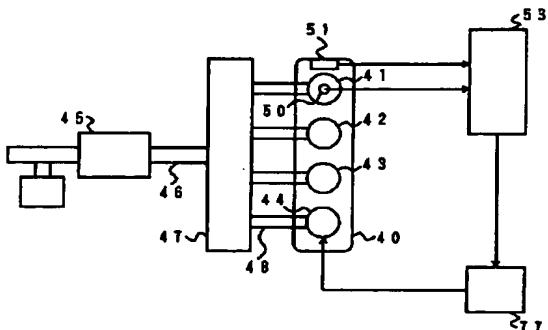
[図13]



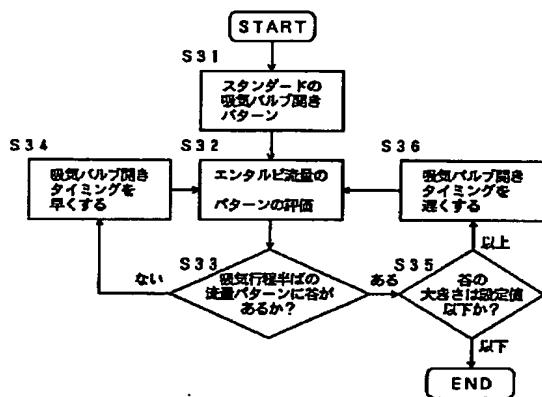
[図14]



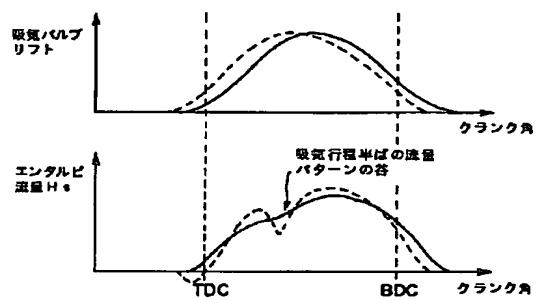
〔図15〕



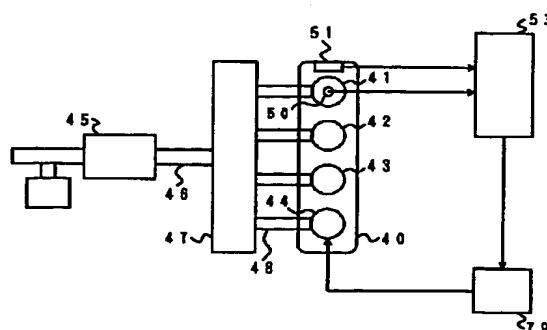
【図16】



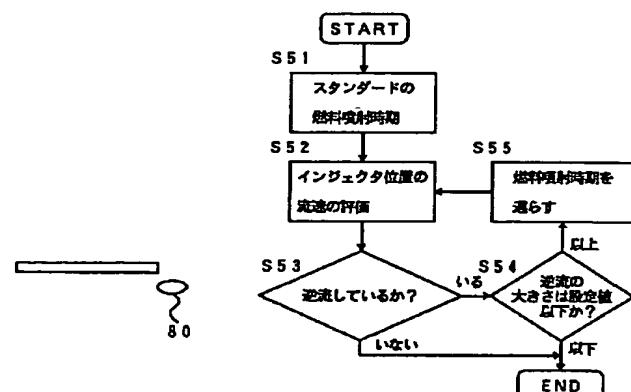
【図17】



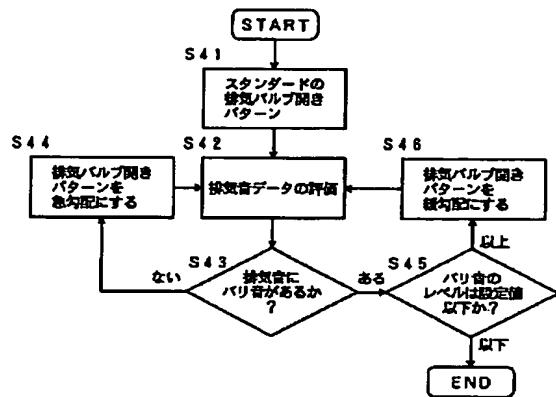
〔図18〕



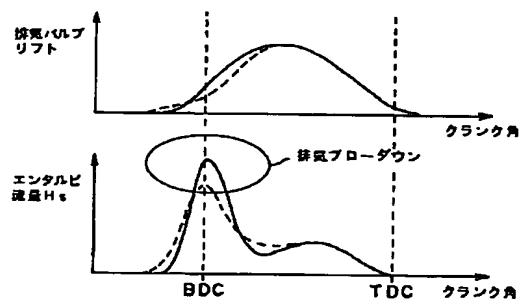
[図22]



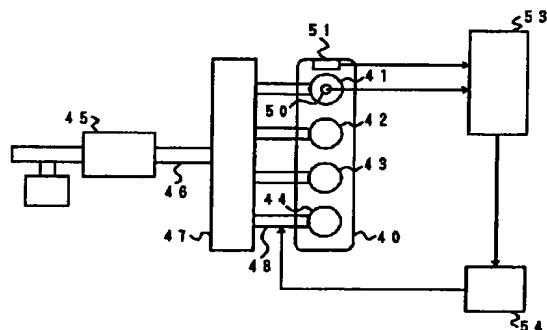
【図19】



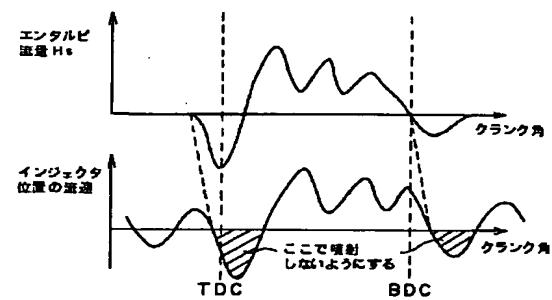
【図20】



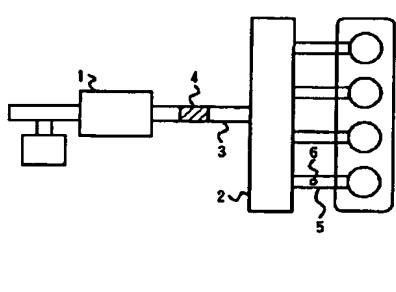
【図21】



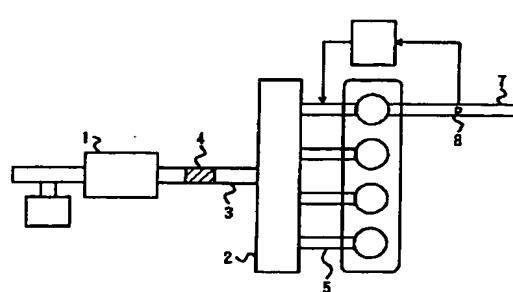
【図23】



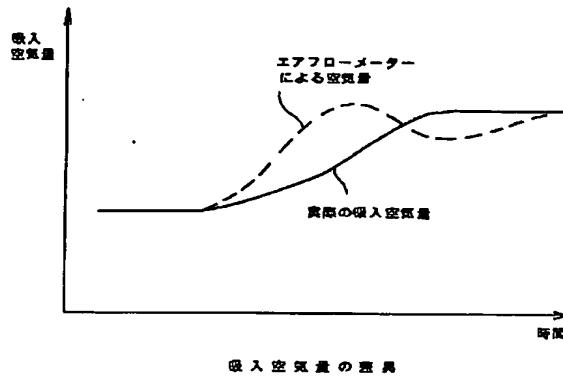
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(51) Int.C1. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 B 77/08		C		
F 0 2 D 13/02		G		
41/18		Z 8011-3G		
41/34		Q 8011-3G		
43/00	3 0 1	H		
		Z		
G 0 1 M 15/00		Z		

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-133742  
 (43)Date of publication of application : 23.05.1995

(51)Int.CI. F02D 45/00  
 F02D 45/00  
 F01L 13/00  
 F02B 77/08  
 F02D 13/02  
 F02D 41/18  
 F02D 41/34  
 F02D 43/00  
 G01M 15/00

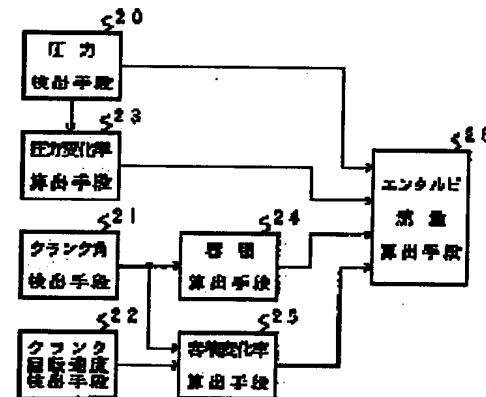
(21)Application number : 05-278669 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD  
 (22)Date of filing : 08.11.1993 (72)Inventor : KIMURA SATOSHI

## (54) MEASURING DEVICE AND CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To measure an enthalpy flow amount every moment at the time of intake/exhaust stroke so as to obtain the optimal control in an engine.

CONSTITUTION: A device is provided with a means 20 for detecting pressure in a cylinder, a means 21 for detecting a crank angle, a means 22 for detecting crank rotational speed, a means 23 for calculating the change rate of pressure in the cylinder, a means 24 for calculating a volume in a cylinder from the crank angle, a means 25 for calculating the change rate of a volume in the cylinder from the crank angle and the crank rotational speed, and a means 26 for calculating an enthalpy flow amount on the basis of the product of the change rate of pressure and the volume, and the product of pressure and the change rate of the volume in the cylinder.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] A means to detect the pressure in a cylinder, and a means to detect a crank angle, A means to detect crank rotational speed, and a means to compute the rate of change of the pressure in a cylinder, A means to compute the volume in a cylinder from a crank angle, and a crank angle and a means to compute the rate of change of the volume in a cylinder from crank rotational speed, The metering device of the internal combustion engine characterized by establishing a means to compute an enthalpy flow rate, based on the product of the rate of change of the pressure in a cylinder, and the volume, and the product of a pressure and the rate of change of the volume.

[Claim 2] The metering device of the internal combustion engine characterized by establishing a means to detect inhalation-of-air gas temperature, and a means to compute the mass flow rate in an intake stroke based on the ratio of inhalation-of-air gas temperature and an enthalpy flow rate, in the metering device of the internal combustion engine of claim 1.

[Claim 3] The control unit of the internal combustion engine characterized by establishing the metering device of the internal combustion engine of claim 2, and the control means which controls the fuel oil consumption at the time of transient operation of a fuel injection equipment based on the mass flow rate in an intake stroke.

[Claim 4] The control unit of the internal combustion engine characterized by establishing the metering device of the internal combustion engine of claim 2, the adjustable device in which inhalation-of-air valve timing is changed, and the control means that controls the closing timing of an intake valve based on the mass flow rate in an intake stroke.

[Claim 5] The control unit of the internal combustion engine characterized by establishing the metering device of the internal combustion engine of claim 1, the adjustable device in which exhaust air valve timing is changed, and the control means that controls the aperture timing of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate in an exhaust stroke.

[Claim 6] The control unit of the internal combustion engine characterized by establishing the metering device of the internal combustion engine of claim 1, the adjustable device in which inhalation-of-air valve timing and exhaust air valve timing are changed, and the control means that controls the aperture timing of an intake valve, and the closing timing of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate in an intake stroke and an exhaust stroke.

[Claim 7] The control unit of the internal combustion engine characterized by establishing the metering device of the internal combustion engine of claim 1, the adjustable device in which exhaust air valve timing is changed, a means to detect exhaust sound, and the control means that controls the aperture pattern of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate in an exhaust stroke when an exhaust air weld flash sound is made.

[Claim 8] The control unit of the internal combustion engine characterized by establishing the metering device of the internal combustion engine of claim 1, a means to presume the rate of flow of the inhalation of air in the installation location of the fuel injection equipment of an inlet pipe based on the enthalpy flow rate in an intake stroke, and the control means that controls the injection timing of a fuel

based on this estimate.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to an internal combustion engine's metering device and control unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, an internal combustion engine's intake air flow is measured like drawing 24 - drawing 26 .

[0003] In drawing 24 , an intake air flow is measured with the air flow meter 4 formed in the air intake duct 3 which ties an air cleaner 1 and a collector 2.

[0004] In drawing 25 , in addition to an air flow meter 4, inhalation negative pressure is measured and an intake air flow is predicted with the pressure sensor 6 formed in the intake manifold 5.

[0005] In addition to an air flow meter 4, by O2 sensor 8 formed in the exhaust manifold 7, an air-fuel ratio is measured and an intake air flow is calculated from the air-fuel ratio and fuel consumption in drawing 26 (reference, such as JP,61-4981,B).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the flow rate by which the thing of drawing 24 is measured like drawing 27  $R > 7$  at the time of a transient response since the big volume (collector 2 grade) intervenes between an air flow meter 4 and a cylinder 9 will differ from the air content which actually flows into a cylinder 9.

[0007] The thing of drawing 25 needs the memory which is influenced by inhalation-of-air pulsation etc., and memorizes a parametric experimental result and parametric it.

[0008] Since the thing of drawing 26 becomes after measurement of an air-fuel ratio, it surely produces time lag.

[0009] Moreover, it is common in these, and the value for all cylinders is measured, and it is the time amount average, and \*\* and the runoff close pattern of exhaust air are not known.

[0010] Therefore, it is difficult to control the fuel oil consumption of a fuel injection equipment exactly based on these measurement values, and it difficult for the internal combustion engine which established the adjustable device in which the valve timing of an intake valve and an exhaust air bulb was changed on the other hand to have, and to obtain the proper valve timing suitable for \*\* and the runoff close pattern of exhaust air.

[0011] The enthalpy flow rate of \*\*\*\* and a mass flow rate are sometimes calculated, and this invention aims at offering the metering device in \*\* and an exhaust stroke which solved such a trouble, and a control unit.

[0012]

[Means for Solving the Problem] A means 20 by which the metering device of invention of claim 1 detects the pressure in a cylinder as shown in drawing 1 , A means 21 to detect a crank angle, and 22 means to detect crank rotational speed, A means 23 to compute the rate of change of the pressure in a cylinder, and a means 24 to compute the volume in a cylinder from a crank angle, A means 26 to

compute an enthalpy flow rate based on the product of a means 25 to compute the rate of change of the volume in a cylinder, and the rate of change of the pressure in a cylinder and the volume, and the product of a pressure and the rate of change of the volume, from a crank angle and crank rotational speed is established.

[0013] The metering device of invention of claim 2 establishes a means 27 to detect inhalation-of-air gas temperature in the metering device of invention of claim 1, and a means 28 to compute the mass flow rate in an intake stroke based on the ratio of inhalation-of-air gas temperature and an enthalpy flow rate, as shown in drawing 2.

[0014] The control unit of invention of claim 3 establishes the metering device of invention of claim 2, and the control means which controls the fuel oil consumption at the time of transient operation of a fuel injection equipment based on the mass flow rate in an intake stroke.

[0015] The control device of invention of claim 4 establishes the metering device of invention of claim 2, the adjustable device in which inhalation-of-air valve timing is changed, and the control means that controls the closing timing of an intake valve based on the mass flow rate in an intake stroke.

[0016] The control device of invention of claim 5 establishes the metering device of invention of claim 1, the adjustable device in which exhaust air valve timing is changed, and the control means that controls the aperture timing of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate in an exhaust stroke.

[0017] The control device of invention of claim 6 establishes the metering device of invention of claim 1, the adjustable device in which inhalation-of-air valve timing and exhaust air valve timing are changed, and the control means that controls the aperture timing of an intake valve, and the closing timing of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate in an intake stroke and an exhaust stroke.

[0018] The control device of invention of claim 7 establishes the metering device of invention of claim 1, the adjustable device in which exhaust air valve timing is changed, a means to detect exhaust sound, and the control means that controls the aperture pattern of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate in an exhaust stroke when an exhaust air weld flash sound is made.

[0019] The control unit of invention of claim 8 establishes the metering device of invention of claim 1, a means to presume the rate of flow of the inhalation of air in the installation location of the fuel injection equipment of an inlet pipe based on the enthalpy flow rate in an intake stroke, and the control means that controls the injection timing of a fuel based on this estimate.

[0020]

[Function] The energy equation in a cylinder becomes like a formula 1.

[0021]

[Equation 1]

$$Q + q + H_s = \frac{V}{\gamma - 1} \left( \frac{dp}{dt} + p \frac{\gamma}{V} \cdot \frac{dV}{dt} \right) \dots (1)$$

[0022] however, HS:enthalpy flow rate q:wall surface heat transfer Q:exoergic rate Ratio-of-specific-heat p:cylinder internal pressure of the gas in gamma:cylinder Rate-of-change V:cylinder content volume of dp/dt:cylinder internal pressure the rate of change of dV/dt:cylinder content volume -- here, the ratio of specific heat gamma of the gas in a cylinder will come out enough practically, if constant value is given per \*\* and each exhaust stroke. Moreover, in \*\* and an exhaust stroke, it is the exoergic rate  $Q = 0$ , and since it is the enthalpy flow rate HS>> wall surface heat transfer q, a formula 1 is practically made like a formula 2.

[0023]

[Equation 2]

$$H_s = \frac{V}{\gamma - 1} \cdot \frac{dp}{dt} + \frac{p \gamma}{\gamma - 1} \cdot \frac{dV}{dt} \dots (2)$$

[0024] On the other hand, it asks for the cylinder content volume V with a formula 3 and a formula 4.

[0025]

[Equation 3]

$$V = V_a + A \cdot \{ (r+L) - (r \cdot \cos \theta + L \cdot \sin \theta) \} \quad \dots (3)$$

[0026]  
[Equation 4]

$$a = \cos \{ \sin^{-1} \left( \frac{r}{L} \sin \theta \right) \} \quad \dots (4)$$

[0027] This is drawn like drawing 3 from distance  $X = (r+L) - (r \cdot \cos \theta + L \cdot \sin \theta)$  from a piston top dead center, and  $L \cdot \sin \theta = r \cdot \sin \theta$ .

[0028] However,  $V_a$ : Volume of a combustion chamber  $A$ :  $a$  area theta: Crank angle  $L$ : Ask with interpolation from connecting rod die-length  $r$ : (piston stroke)/2 or crank angle [ which is beforehand based on the formula 3 and the formula 4 in the cylinder content volume  $V$ , calculates about the crank angle of shoes, and was detected ] theta.

[0029] Rate-of-change  $dV/dt$  of cylinder content volume is calculated with a formula 5.

[0030]

[Equation 5]

$$\frac{dV}{dt} = -r\omega \left( \sin \theta + \cos \theta \cdot \frac{\frac{r}{L} \sin \theta}{a} \right) \quad \dots (5)$$

[0031] However,  $\omega$ : Calculate crank rotational speed or the term about a crank angle of a formula 5 about some crank angles beforehand, and ask by taking a product with the crank rotational speed  $\omega$  detected to the value calculated with interpolation from detected crank angle theta.

[0032] In invention of claim 1, the enthalpy flow rate  $HS$  is calculated with a formula 2 based on rate-of-change  $dV/dt$  of rate-of-change  $dp/dt$  of the pressure  $p$  in a cylinder, and a pressure and the volume  $V$ , and the volume.

[0033] This enthalpy flow rate  $HS$  shows an inhalation-of-air condition and an exhaust air condition.

[0034] In invention of claim 2, the mass flow rate  $m$  of inhalation of air is calculated with a formula 6 from the enthalpy flow rate  $HS$  calculated with the formula 2, and inhalation-of-air gas-temperature  $T$ .

[0035]

[Equation 6]

$$m = \frac{H}{C_p T} \quad \dots (6)$$

[0036] however, constant-pressure ratio \*\* of  $CP$ :air -- an exact inhalation air content can be found with this mass flow rate  $m$ .

[0037] By invention of claim 3, the proper injection quantity can be obtained by controlling the fuel oil consumption at the time of transient operation of a fuel injection equipment based on a mass flow rate  $m$ .

[0038] It becomes possible to make inhalation of air fully inhale by the internal combustion engine which established the adjustable device in which inhalation-of-air valve timing was changed having, and controlling the closing timing of an intake valve by invention of claim 4 based on a mass flow rate  $m$ , preventing blow return of inhalation of air.

[0039] It becomes possible to carry out proper setting out of the blowdown by the internal combustion engine which established the adjustable device in which exhaust air valve timing was changed having, and controlling the aperture timing of an exhaust air bulb by invention of claim 5 based on the enthalpy flow rate  $HS$  in an exhaust stroke.

[0040] By invention of claim 6, the internal combustion engine which established the adjustable device

in which inhalation-of-air valve timing and exhaust air valve timing were changed has, and control of residual gas etc. is attained by controlling the aperture timing of an intake valve, and the closing timing of an exhaust air bulb based on the enthalpy flow rate HS in an intake stroke and an exhaust stroke.

[0041] Invention of claim 7 enables the aperture pattern of an exhaust air bulb to stop exhaust sound by control, i.e., control to carry out blowdown gently, based on the enthalpy flow rate HS in an exhaust stroke, when the internal combustion engine which established the adjustable device in which exhaust air valve timing was changed has, exhaust sound is detected and an exhaust air weld flash sound is made.

[0042] In invention of claim 8, by searching for the rate of flow of the inhalation of air in the installation location of the fuel injection equipment of an inlet pipe based on the enthalpy flow rate HS in an intake stroke, a fuel can be injected to the proper timing suitable for the rate of flow of inhalation of air, and good gaseous mixture can be generated.

[0043]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing.

[0044] For an engine (4-cylinder), 41 to 44#1 - # four cylinder, and 45, as for an air intake duct and 47, in drawing 4, an air cleaner and 46 are [ 40 / a collector and 48 ] intake manifolds.

[0045] Although not illustrated, a fuel-injection injector is installed in the inlet port of cylinders 41-44, respectively.

[0046] # 1 cylinder of cylinder internal pressure sensors 50 which detect the pressure in a cylinder is formed in 41. The crank angle sensor 51 which detects crank rotational speed from a crank angle and a crank angle is formed in an engine crankshaft. The inhalation-of-air gas-temperature sensor 52 which detects inhalation-of-air gas temperature is formed in a collector 47.

[0047] The signal from the cylinder internal pressure sensor 50, the crank angle sensor 51, and the inhalation-of-air gas-temperature sensor 52 is inputted into an arithmetic circuit 53.

[0048] By the arithmetic circuit 53, the enthalpy flow rate HS in \*\* of #1 cylinder 41 and an exhaust stroke and the mass flow rate m in an intake stroke calculate based on these signals.

[0049] On the other hand, the fuel oil consumption from a fuel-injection injector is controlled by the fuel-injection control device 54 based on the mass flow rate m calculated by the arithmetic circuit 53.

[0050] The operation of the enthalpy flow rate HS by this arithmetic circuit 53 and a mass flow rate m is performed using above-mentioned formulas 2-6 and an above-mentioned algorithm.

[0051] That is, while the rate of change of the rate of change of the pressure in a cylinder, the volume, and the volume is computed with formulas 3-5, the enthalpy flow rate HS calculates with a formula 2.

[0052] Thus, a proper value is acquired like simulation data like drawing 5 in the calculated enthalpy flow rate HS.

[0053] A pattern to the exhaust air pattern of the enthalpy flow rate HS of an exhaust stroke is grasped for an inhalation-of-air pattern from the pattern of the enthalpy flow rate HS of this intake stroke.

[0054] Moreover, the mass flow rate m of inhalation of air is computed by the enthalpy flow rate HS and inhalation-of-air gas temperature of an intake stroke with a formula 6.

[0055] An inhalation air content is acquired with a sufficient precision by the addition (open period of an intake valve) of this mass flow rate m.

[0056] These enthalpy flow rates HS, a mass flow rate m, and an inhalation air content are the things of #1 cylinder 41, and an inhalation air content can be found at the time of termination of the intake stroke of #1 cylinder 41. Therefore, the inhalation air content of the #2 - # four cylinders 42-44 and the inhalation air content of #1 cylinder 41 of degree cycle will be predicted like drawing 6 from the inhalation air content.

[0057] On the other hand, if the inhalation air content of #1 cylinder 41 is computed in S2 while the fuel-oil-consumption control from a fuel-injection injector sets up a target air-fuel ratio (A/F) according to engine operational status in S1 like drawing 7, it will determine the fuel oil consumption of #3 of the cycle, #4, #2 cylinder 43, and 44 and 42, and the fuel oil consumption of #1 cylinder 41 of degree cycle in S3 based on the inhalation air content and target air-fuel ratio.

[0058] This is sent to the fuel-injection control device 54 in S4, each fuel-injection injector is driven in

order, and the fuel of the amount required is injected.

[0059] In order to compute an inhalation air content based on a mass flow rate  $m$  and to control fuel oil consumption based on this inhalation air content, even if it is at the time of transient operation, fuel oil consumption is controlled exactly.

[0060] In addition, the cylinder internal pressure sensor 50 is formed in two or more cylinder or all cylinders, and you may make it calculate the enthalpy flow rate of two or more cylinders or all cylinders, a mass flow rate, and an inhalation air content.

[0061] Drawing 8 - drawing 10 show the example of close stage control of the intake valve of the engine which established the adjustable device in which the valve timing of an intake valve and an exhaust air bulb was changed.

[0062] For 41 to 44#1 - # four cylinder, and 50, as for a crank angle sensor and 53, a cylinder internal pressure sensor and 51 are [ an arithmetic circuit and 60 ] valve timing control units. The same sign is given to the same thing as said example. The inhalation-of-air gas-temperature sensor and the fuel-injection system are not illustrating.

[0063] The valve timing adjustable device 61 is shown in drawing 11 . The cam side piston 66 by which this was connected with the cam 63 of a cam shaft 62, the lifter 65 by which fitting was carried out to the cylinder head 64 at sliding freedom, and the lifter 65, and the bulb side piston 67 interlocked with the cam side piston 66 through oil pressure are arranged on extension of a bulb 68 at a serial.

[0064] If the hydraulic oil from the lubricating oil pump which is not illustrated is led to the oil pressure room 69 formed between the cam side piston 66 and the bulb side piston 67 through check valves 70 and 71 and the cam side piston 66 is depressed through a lifter 65 with the revolution of a cam 63, the bulb side piston 67 will be depressed through oil pressure, and a bulb 68 will be opened.

[0065] The electro-magnetic valve 73 which misses the oil pressure of the oil pressure room 69 to an accumulator 72 is formed, the aperture timing of a bulb 68 is selected by the close stage of an electro-magnetic valve 73, and the closing timing of a bulb 68 is selected by the open stage of an electro-magnetic valve 73.

[0066] In the case of an intake valve, the close stage of this electro-magnetic valve 73 and an open stage are engine's low revolution sides, and are controlled to be a predetermined period and high revolution side and to open between place commuter's tickets at an early stage at a late stage while being controlled by the valve timing control device 60.

[0067] On the other hand, it is controlled to correct the clausium stage of the intake valve in each operational status with the valve timing control device 60 based on this mass flow rate  $m$  calculated for every predetermined crank angle by the arithmetic circuit 53.

[0068] In addition, the valve timing adjustable device 61 is not limited to the thing of drawing 11 .

[0069] Control of the clausium stage of an intake valve is first set as the closing timing of an intake valve based on operational status in S11 like drawing 9 at the time of full admission operation.

[0070] Next, the pattern of the mass flow rate  $m$  when the closing timing performs inhalation of air in S12 and S13 is judged, and it finds whether blow return of inhalation of air is in an intake-stroke end from the pattern of a mass flow rate  $m$ .

[0071] When there is no blow return, specified quantity \*\*\*\*\* and blow return are [ 14 / S ] specified quantity early \*\* about the closing timing of an intake valve at S16 beyond the set point in the closing timing of an intake valve at a certain time. The mass flow rate of the inhalation of air in the following cycle by this timing is measured, and the condition of return [ blow ] of inhalation of air is again seen in S12.

[0072] If blow return becomes below the set point, the clausium stage control at the time of full admission operation will be ended.

[0073] If a cylinder will be in the condition of having not inhaled air enough if the closing timing of an intake valve is too early at the time of full admission operation and the closing timing of an intake valve is too late so that the pattern of the mass flow rate  $m$  of drawing 10 may show, the air once inhaled by the cylinder will blow over an intake manifold 48, but if the closing timing of an intake valve is delayed until just before blow return occurs in this way, inhalation-of-air effectiveness will become high and full

admission torque will improve.

[0074] Moreover, what is necessary is just to close an intake valve based on the pattern of a mass flow rate  $m$  to the timing which acquires a predetermined inhalation air content at the time of a partial load. [0075] Drawing 12 - drawing 14 show the example of open stage control of the exhaust air bulb of the engine which established the adjustable device in which the valve timing of an intake valve and an exhaust air bulb was changed.

[0076] For 41 to 44#1 - # four cylinder, and 50, as for a crank angle sensor and 53, a cylinder internal pressure sensor and 51 are [ an arithmetic circuit and 75 ] valve timing control units. The same sign is given to the same thing as said example. The inhalation-of-air gas-temperature sensor and the fuel-injection system are not illustrating.

[0077] In the case of an exhaust air bulb, a valve timing adjustable device (refer to drawing 11 ) is an engine's low revolution side, and is controlled to be a predetermined period and high revolution side and to open between place commuter's tickets at an early stage at a late stage while being controlled by the valve timing control device 75.

[0078] It is controlled to correct the valve-opening stage of the exhaust air bulb in each operational status with the valve timing control device 75 based on this enthalpy flow rate HS calculated by the arithmetic circuit 53 on the other hand.

[0079] Control of the valve-opening stage of an exhaust air bulb is first set as all revolution regions in S21 like drawing 13 at the aperture timing of an exhaust air bulb based on operational status.

[0080] Next, the pattern of the enthalpy flow rate HS when exhausting to the aperture timing in S22 and S23 is judged, and it finds whether the peak of exhaust air blowdown is in a piston bottom dead point (BDC) from the pattern of the enthalpy flow rate HS like drawing 14 .

[0081] When the peak of exhaust air blowdown is after BDC and the peak of a specified quantity early and exhaust air blowdown is before BDC about the aperture timing of an exhaust air bulb in S24, it is \*\*\*\*\* about the aperture timing of an exhaust air bulb at S25.

[0082] If the peak of exhaust air blowdown is set to BDC, valve-opening stage control will be ended.

[0083] Although the exhaust air interference between an exhaust loss or a cylinder increases, and a pumping loss will increase in case of the back [ BDC ] if the peak of exhaust air blowdown is before BDC, torque improves in all revolution regions by controlling the aperture timing of an exhaust air bulb to make the peak of exhaust air blowdown in agreement with BDC in this way. Moreover, exhaust sound can be reduced especially by the inside low-speed area.

[0084] Drawing 15 - drawing 17 show the example of open stage control of the intake valve of the engine which established the adjustable device in which the valve timing of an intake valve and an exhaust air bulb was changed, and close stage control of an exhaust air bulb.

[0085] For 41 to 44#1 - # four cylinder, and 50, as for a crank angle sensor and 53, a cylinder internal pressure sensor and 51 are [ an arithmetic circuit and 77 ] valve timing control units. The same sign is given to the same thing as said example. The inhalation-of-air gas-temperature sensor and the fuel-injection system are not illustrating.

[0086] A valve timing adjustable device (refer to drawing 11 ) is an intake valve and exhaust air bulb engine's low revolution side, and is controlled to be a predetermined period and high revolution side and to open between place commuter's tickets at an early stage at a late stage while being controlled by the valve timing control device 77.

[0087] It is controlled to correct the valve-opening stage of the intake valve in each operational status, and the clausilium stage of an exhaust air bulb with the valve timing control device 77 based on this enthalpy flow rate HS calculated by the arithmetic circuit 53 on the other hand.

[0088] Control of the valve-opening stage of an intake valve is first set as the aperture timing of an intake valve based on operational status in S31 like drawing 16 .

[0089] Next, the pattern of the enthalpy flow rate HS when the aperture timing performs inhalation of air in S32 and S33 is judged, and it finds whether depression is in the pattern of the enthalpy flow rate HS in the middle of an intake stroke like drawing 14 .

[0090] If there is no depression in the pattern of the enthalpy flow rate HS, when there are a specified

quantity early and depression about the aperture timing of an intake valve in S34, it is \*\*\*\*\* about the aperture timing of an intake valve at S36.

[0091] If depression becomes below the set point, valve-opening stage control will be ended.

[0092] When depression is in the pattern of the enthalpy flow rate HS in the middle of an intake stroke, blow return has arisen in the inhalation-of-air system at the beginning of an intake stroke. Therefore, by delaying the aperture timing of an intake valve in this case, reduction of residual gas and improvement in volumetric efficiency can be aimed at, and an inhalation-of-air sound can be reduced.

[0093] When aiming at reduction of exhaust air emission, it becomes reverse, but it is possible to bring the aperture timing of an intake valve forward until blow return arises so that residual gas may be increased.

[0094] On the other hand, although it is related to the closing timing of an exhaust air bulb, if it is in the condition that there is no bulb overlap of an exhaust air bulb and an intake valve, since it can distinguish the enthalpy flow rate at the time of exhaust air, and the enthalpy flow rate at the time of inhalation of air, residual gas brings closing of an exhaust air bulb forward based on these patterns, and it can carry out and it can control residual gas to an increase or timing which delays the aperture of an intake valve simultaneously and residual gas does not blow over an inhalation-of-air system.

[0095] Reduction of exhaust air emission can be aimed at without being accompanied by aggravation of an inhalation-of-air sound, if it does in this way.

[0096] Drawing 18 - drawing 20 show the example of the aperture pattern control of the exhaust air bulb of the engine which established the adjustable device in which the valve timing of an intake valve and an exhaust air bulb was changed.

[0097] For 41 to 44#1 - # four cylinder, and 50, as for a crank angle sensor and 53, a cylinder internal pressure sensor and 51 are [ an arithmetic circuit and 79 ] valve timing control units. The exhaust-sound sensor 80 which detects exhaust sound is formed in an exhaust air system. The same sign is given to the same thing as said example. The inhalation-of-air gas-temperature sensor and the fuel-injection system are not illustrating.

[0098] In the case of an exhaust air bulb, a valve timing adjustable device (refer to drawing 11 ) is an engine's low revolution side, and is controlled to be a predetermined period and high revolution side and to open between place commuter's tickets at an early stage at a late stage while being controlled by the valve timing control device 79.

[0099] It is controlled to correct the aperture pattern of an exhaust air bulb with the valve timing control device 79 based on this enthalpy flow rate HS calculated on the other hand by the signal and arithmetic circuit 53 from the exhaust-sound sensor 80.

[0100] Control of the aperture pattern of an exhaust air bulb is first set as the aperture pattern of the usual exhaust air bulb in S41 like drawing 19 R> 9.

[0101] Next, the data from the exhaust-sound sensor 80 are judged in S42 and S43, and it finds whether there is any weld flash sound of exhaust sound.

[0102] If there is no exhaust air weld flash sound, when the aperture pattern of an exhaust air bulb is set up with the usual steep slope in S44 and there is an exhaust air weld flash sound, the aperture pattern of an exhaust air bulb is set as low-gradient so that the peak of exhaust air blowdown may be lowered based on the pattern of the enthalpy flow rate HS like drawing 20 in S46.

[0103] If an exhaust air weld flash sound becomes below the set point, aperture pattern control will be ended.

[0104] Setting out of the low-gradient of the aperture pattern of an exhaust air bulb is performed by bringing forward the close stage of the electro-magnetic valve of a valve timing adjustable device, and making the oil pressure of an oil pressure room leak slightly from an electro-magnetic valve etc.

[0105] Thus, a weld flash sound can be controlled by lowering the peak of exhaust air blowdown.

[0106] Drawing 21 - drawing 23 show the example of fuel-injection-timing control of a fuel injector (not shown).

[0107] For 41 to 44#1 - # four cylinder, and 50, as for a crank angle sensor and 53, a cylinder internal pressure sensor and 51 are [ an arithmetic circuit and 54 ] fuel-injection control units. The same sign is

given to the same thing as said example. The inhalation-of-air gas-temperature sensor is not illustrated. [0108] The fuel oil consumption from a fuel injector is controlled based on the inhalation air content and target air-fuel ratio which were calculated by the arithmetic circuit 53 ( drawing 7  $R > 7$  ), and it is controlled by the fuel-injection control device 54 based on this enthalpy flow rate HS that, on the other hand, calculated the fuel-injection timing of a fuel injector by the arithmetic circuit 53 similarly.

[0109] Control of this fuel-injection timing is first set as the usual fuel-injection timing based on operational status in S51 like drawing 22 .

[0110] Next, the rate of flow of the inhalation of air of the installation location (inlet port of cylinders 41-44) of a fuel injector is presumed from the enthalpy flow rate HS in an intake stroke in S52 and S53.

[0111] If there is no back run of inhalation of air while being able to presume the rate of flow of the inhalation of air of a fuel injector location like drawing 23 from the enthalpy flow rate HS, fuel-injection timing will be left usual.

[0112] In this case, when the back run of inhalation of air is beyond the set point, timing is delayed from setting out, i.e., the early stages of an intake stroke, to the fuel-injection timing which avoided the time of a back run in S55. In addition, a fuel is made to inject gently and you may make it remove the peak of injection.

[0113] If it is made such injection timing, good gaseous mixture can be obtained.

[0114]

[Effect of the Invention] according to invention of claims 1 and 2, it can set to \*\* and an exhaust stroke as mentioned above -- the enthalpy flow rate of \*\*\*\* and a mass flow rate can sometimes be calculated with a sufficient precision.

[0115] According to invention of claims 3-8, based on claim 1, the enthalpy flow rate of invention of two, and a mass flow rate, fuel oil consumption and fuel-injection timing are set up the optimal, or the internal combustion engine which established the adjustable device of \*\* and exhaust air valve timing has, and \*\* and exhaust air valve timing can be set up the optimal in all operational status.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

- [Drawing 1] It is the block diagram of invention.
- [Drawing 2] It is the block diagram of invention.
- [Drawing 3] It is the explanatory view of calculation of cylinder content volume.
- [Drawing 4] It is the block diagram of an example.
- [Drawing 5] It is data characteristic drawing of an enthalpy flow rate.
- [Drawing 6] It is control characteristic drawing of an inhalation air content.
- [Drawing 7] It is the flow chart of fuel-oil-consumption control.
- [Drawing 8] It is the block diagram of other examples.
- [Drawing 9] It is the flow chart of valve timing control.
- [Drawing 10] It is control characteristic drawing.
- [Drawing 11] It is the block diagram of a valve timing adjustable device.
- [Drawing 12] It is the block diagram of other examples.
- [Drawing 13] It is the flow chart of valve timing control.
- [Drawing 14] It is control characteristic drawing.
- [Drawing 15] It is the block diagram of other examples.
- [Drawing 16] It is the flow chart of valve timing control.
- [Drawing 17] It is control characteristic drawing.
- [Drawing 18] It is the block diagram of other examples.
- [Drawing 19] It is the flow chart of valve timing control.
- [Drawing 20] It is control characteristic drawing.
- [Drawing 21] It is the block diagram of other examples.
- [Drawing 22] It is the flow chart of valve timing control.
- [Drawing 23] It is control characteristic drawing.
- [Drawing 24] It is the block diagram of the conventional metering device.
- [Drawing 25] It is the block diagram of the conventional metering device.
- [Drawing 26] It is the block diagram of the conventional metering device.
- [Drawing 27] It is the conventional measurement property drawing.

**[Description of Notations]**

- 40 Engine
- 41-44 Cylinder
- 47 Collector
- 48 Intake Manifold
- 50 Cylinder Internal Pressure Sensor
- 51 Crank Angle Sensor
- 52 Inhalation-of-Air Gas-Temperature Sensor
- 53 Arithmetic Circuit
- 54 Fuel-Injection Control Unit

60 Valve Timing Control Unit  
61 Valve Timing Adjustable Device  
73 Electro-magnetic Valve  
75, 77, 79 Valve timing control unit  
80 Exhaust-Sound Sensor

---

[Translation done.]

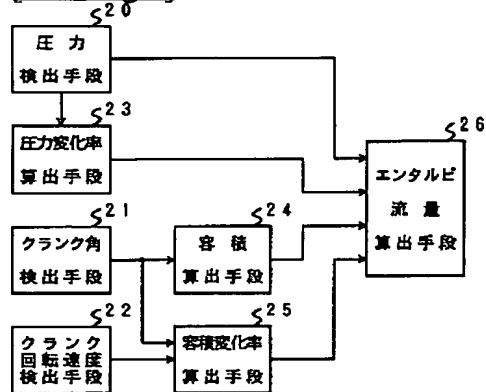
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

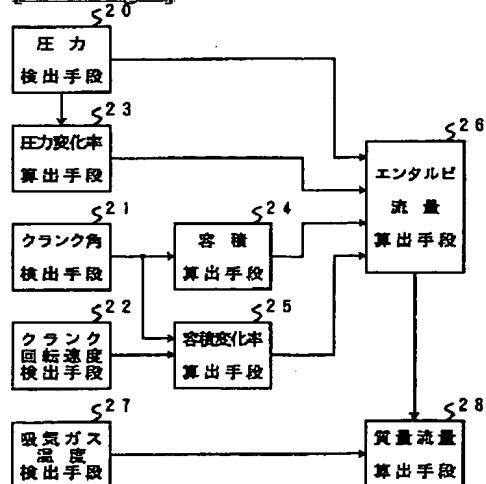
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

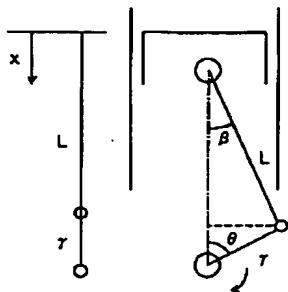
## [Drawing 1]



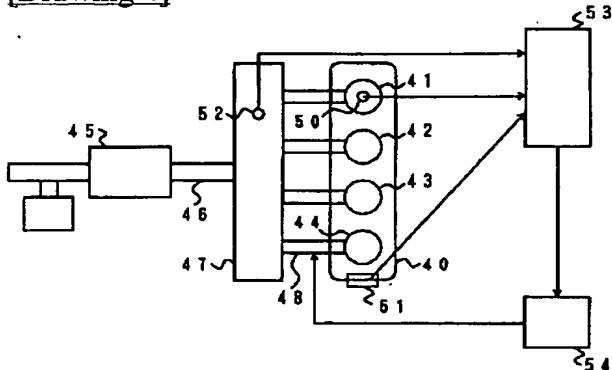
## [Drawing 2]



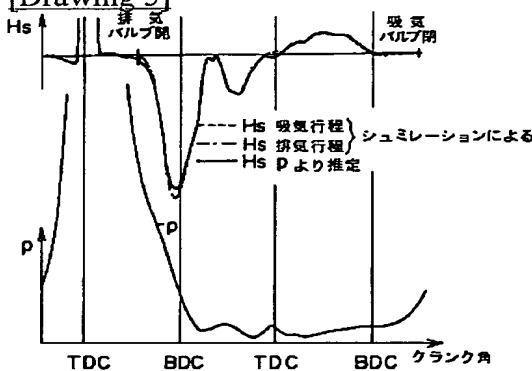
## [Drawing 3]



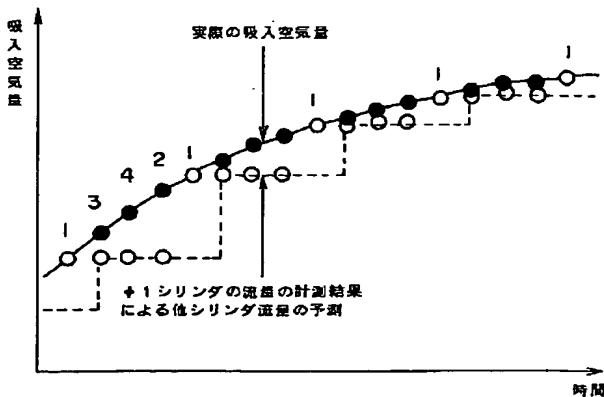
[Drawing 4]



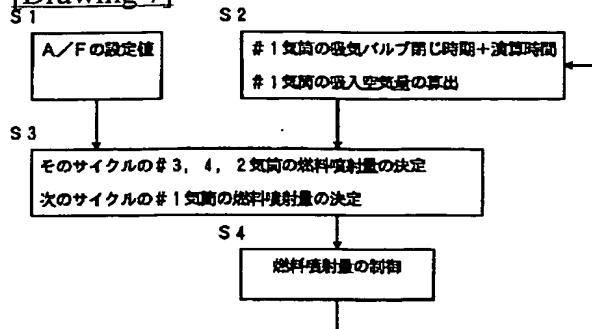
[Drawing 5]



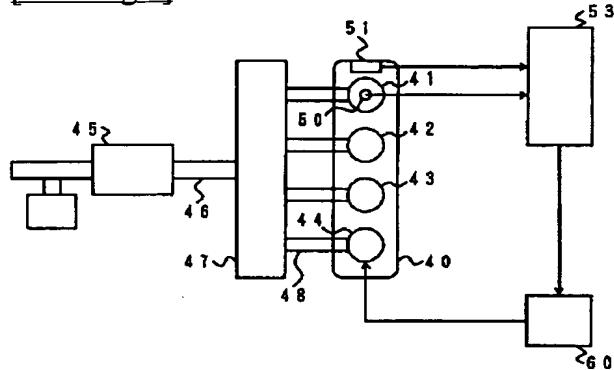
[Drawing 6]



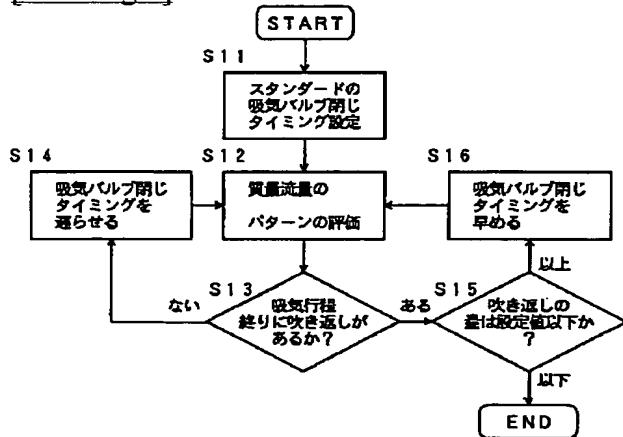
[Drawing 7]



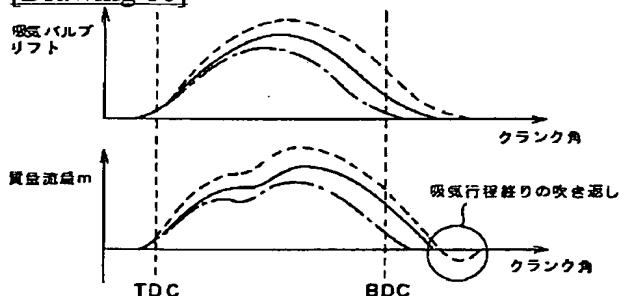
[Drawing 8]



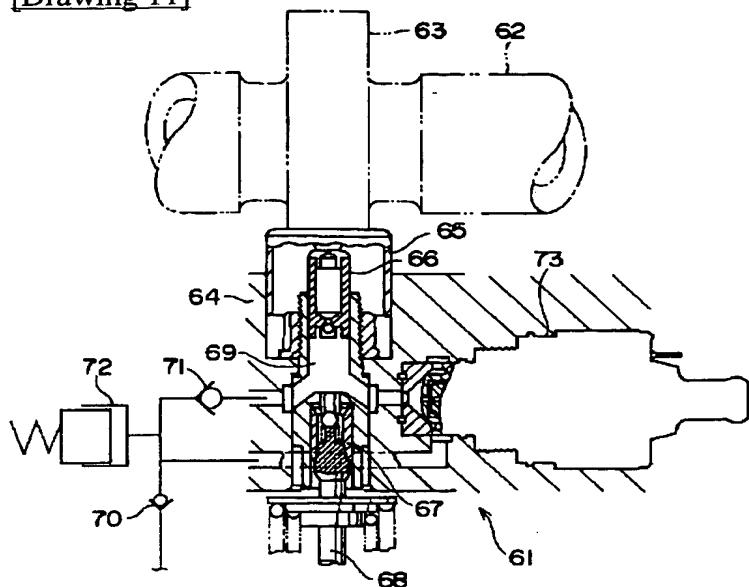
[Drawing 9]



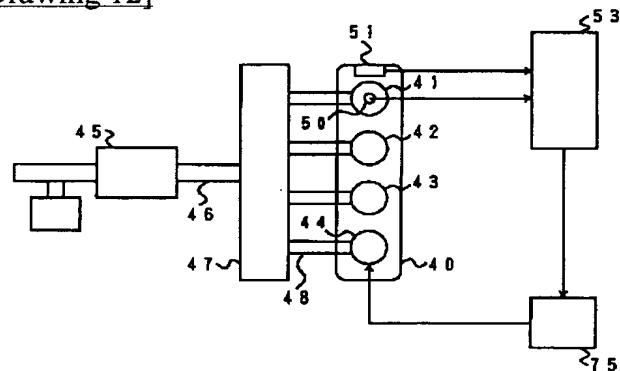
[Drawing 10]



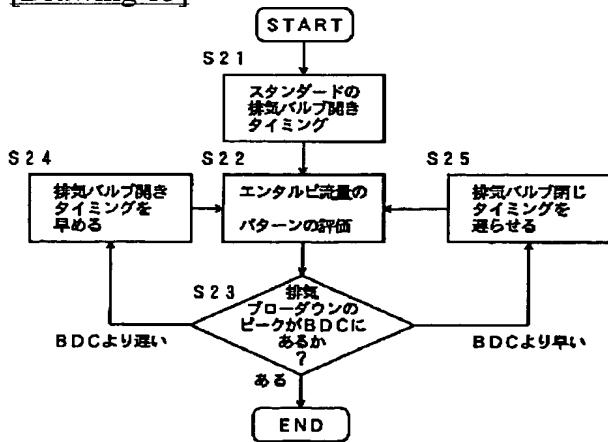
[Drawing 11]



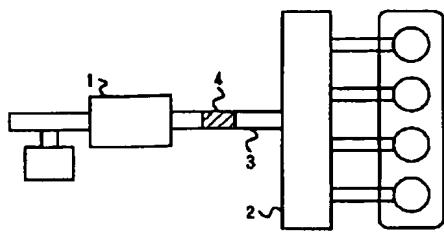
[Drawing 12]



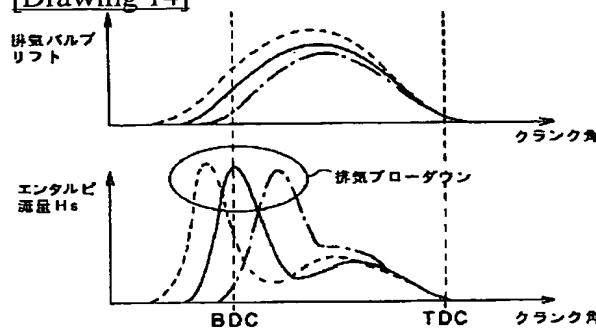
[Drawing 13]



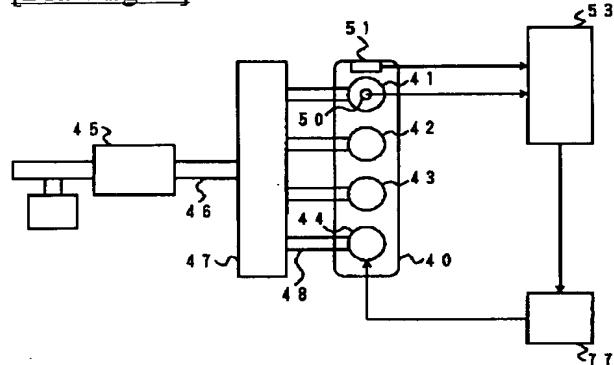
[Drawing 24]



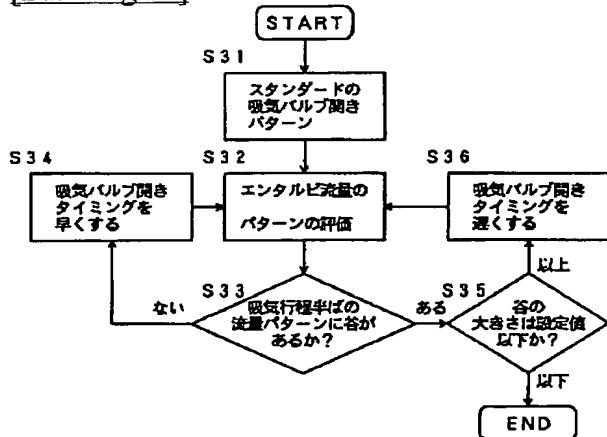
[Drawing 14]



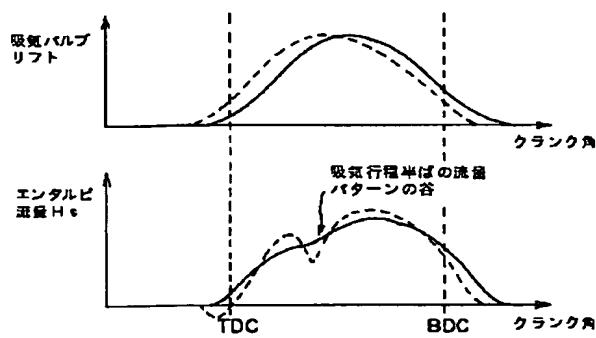
[Drawing 15]



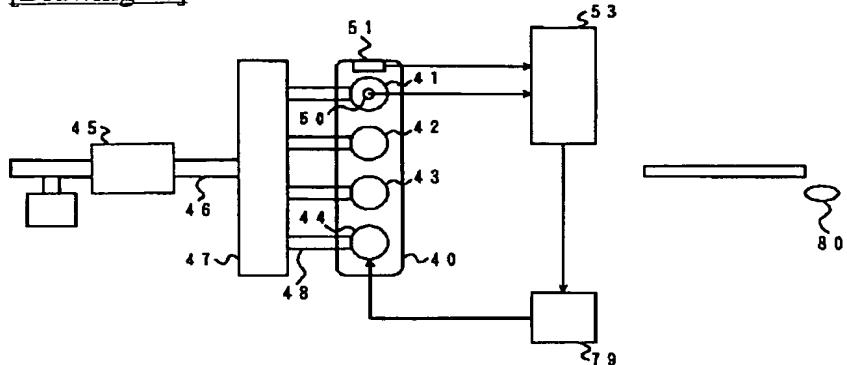
[Drawing 16]



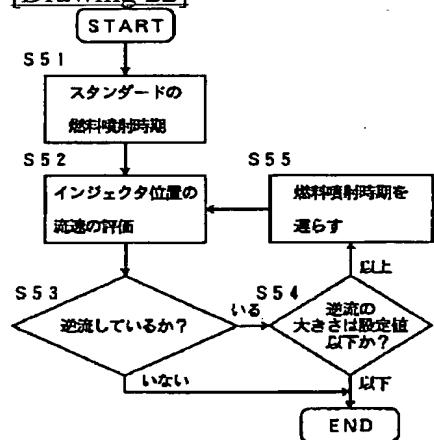
[Drawing 17]



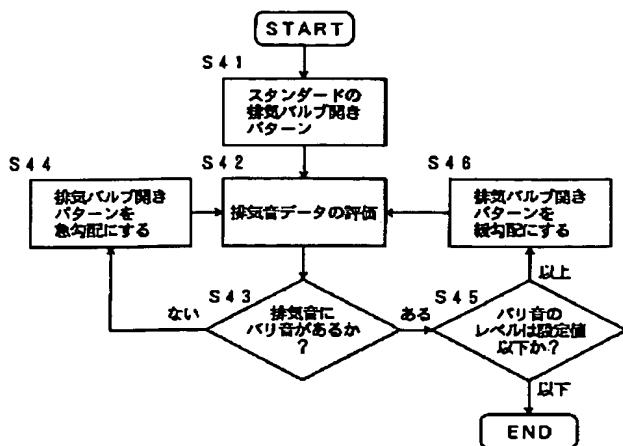
[Drawing 18]



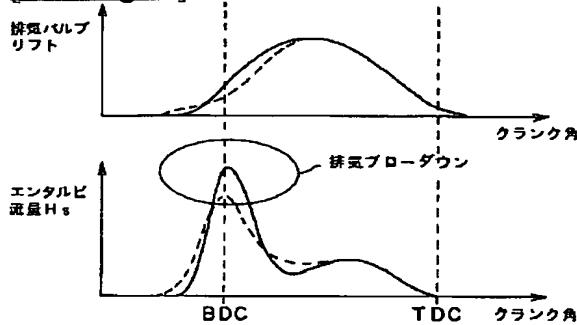
[Drawing 22]



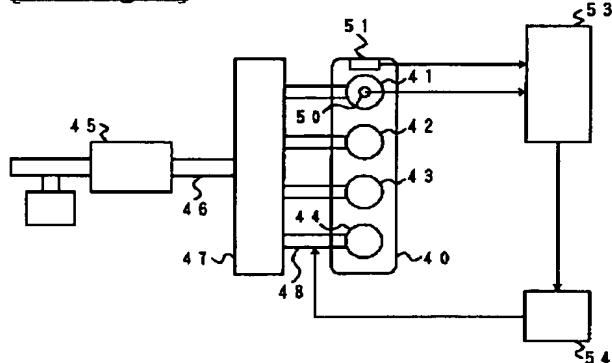
[Drawing 19]



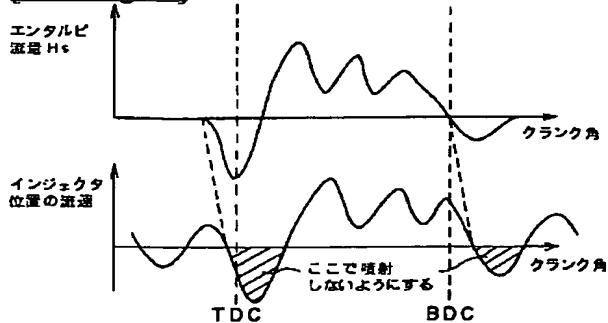
[Drawing 20]



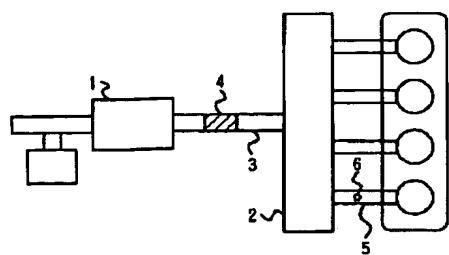
[Drawing 21]



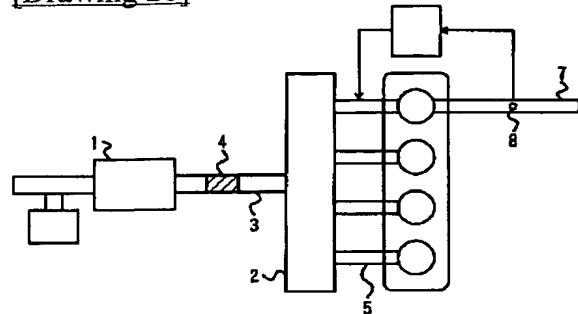
[Drawing 23]



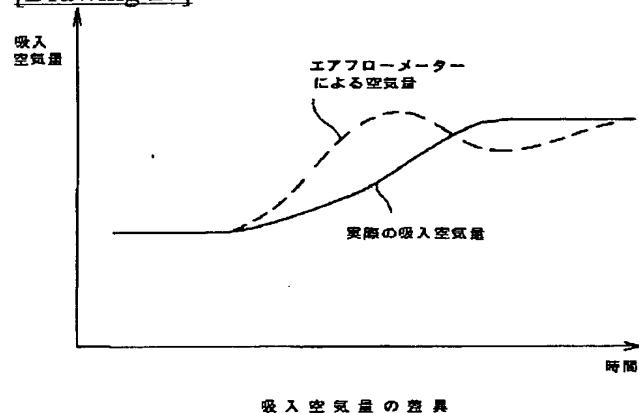
[Drawing 25]



[Drawing 26]



[Drawing 27]



---

[Translation done.]